

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 6

Campinas, Junho de 1946

N.º 6

Sumário

Genética de Coffea

IX — Observações preliminares sobre quimeras genéticas em *Coffea arabica* L.

A. Carvalho

C. A. Krug

Genética de Coffea

X — Hereditariedade da ocorrência de sépalas desenvolvidas nas flores de
Coffea arabica L. var. *goiaba* Taschdjian

C. A. Krug

Alcides Carvalho

Partenogênese, partenocarpia e casos anormais de fertilização em Coffea

A. J. T. Mendes

Métodos potenciométricos e microcélulas de concentração

Paiva Neto

Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Est. de S. Paulo

Departamento da Produção Vegetal

CAIXA POSTAL, 28 — CAMPINAS

Estado de São Paulo — Brasil

DEPARTAMENTO DA PRODUÇÃO VEGETAL

SUPERINTENDENTE: — Teodoreto de Camargo

DIVISÃO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISAS

(Instituto Agronômico)

DIRETOR: — F. Febeliano da Costa Filho

SUBDIVISÕES

SUBDIVISÃO DE GENÉTICA: — C. A. Krug.

Secção de Genética: — C. A. Krug, Álvaro Santos Costa, Luiz O. T. Mendes, Luiz Aristêo Nucci, Osvaldo da Silveira Neves, Mário Vieira de Moraes, Luiz Paolieri, Reinaldo Forster, Célio Novais Antunes.

Secção de Citologia: — A. J. T. Mendes, Osvaldo Bacchi, Cândida Helena Teixeira Mendes.

Secção de Introdução de Plantas Cultivadas: — Alcides Carvalho.

SUBDIVISÃO DE HORTICULTURA: — Sílvio Moreira.

Secção de Citricultura e Frutas Tropicais: — Sílvio Moreira, João Ferreira da Cunha, Otávio Galli, Otávio Bacchi, Carlos Roessing.

Secção de Olericultura e Floricultura: — Felisberto C. Camargo (Chefe efetivo), Olimpio de Toledo Prado (Chefe substituto), H. P. Krug, Leocádio de Sousa Camargo, Sebastião Alves.

Secção de Viticultura e Frutas de Clima Temperado: — J. A. Santos Neto, J. Soubihe Sobrinho, P. V. C. Bittencourt, Orlando Rigitano, Joaquim Bento Rodrigues.

SUBDIVISÃO DE PLANTAS TÉXTEIS: — Ismar Ramos.

Secção de Algodão: — Ismar Ramos, Valter Schmidt, Rui Miller Paiva, Mário Decourt Homem de Melo, Heitor de Castro Aguiar, Edmür Seixas Martinelli.

Secção de Plantas Fibrosas Diversas: — J. M. Aguirre Júnior, Clovis Morais Piza, Júlio César Médina, Guilherme Augusto de Paiva Castro.

SUBDIVISÃO DE ENGENHARIA RURAL: — André Tosello.

Secção de Mecânica Agrícola: — André Tosello, Armando Foá, Lauro Rupp.

Secção de Irrigação, Drenagem e Defesa Contra Inundação: — Luiz Cerne, João B. Sigaud, Nelson Fernandes, Rino Tosello, Hernâni Godói.

Secção de Conservação do Solo: — J. Quintiliano A. Marques, Francisco Grohmann, José Bertoni, F. Moacir Aires de Alencar.

SUBDIVISÃO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS: — Paulo Cuba.

BRAGANTIA

Assinatura anual Cr\$ 50,00 — Número avulso, do mês, Cr\$ 6,00.

Para agrônomos 50% de abatimento.

Toda correspondência deve ser dirigida à Redação de BRAGANTIA — Caixa Postal, 28 CAMPINAS — Est. de São Paulo — BRASIL.

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 6

Campinas, Junho de 1946

N.º 6

GENÉTICA DE COFFEA

IX — Observações preliminares sobre quimeras genéticas em *Coffea arabica* L. (*).

A. Carvalho

e

C. A. Krug

I — INTRODUÇÃO

Vários têm sido os estudos realizados em torno de quimeras vegetais. Estas são constituídas pela íntima associação de tecidos pertencentes a dois ou mais genótipos diferentes, possuindo o mesmo ou um número diferente de cromossômos. Em alguns casos, os seus caracteres vegetativos são intermediários entre os dois tipos que se acham associados, e a propagação de todas só pode ser efetuada por via vegetativa. As quimeras se têm originado, espontaneamente, na natureza, mas também podem ser obtidas artificialmente. Quando autógenas, podem se originar seja por mutação somática dos fatores genéticos (quimeras genéticas), seja pela alteração espontânea do número ou distribuição dos cromossômos (1, 5) (quimeras citológicas). Essas modificações podem afetar a planta toda ou apenas parte dos tecidos. A obtenção de quimeras artificiais se deve primeiramente a Winkler que, em 1907, as obteve por enxertia, denominando-as híbridos de enxerto (Propfbastarde) (9, 13). Estes híbridos de enxerto, criados, principalmente, com algumas espécies de Solanaceas, são obtidos enxertando, sobre uma dada espécie, um garfo de outra espécie diferente. Pegado o enxerto, este é cortado na região da união dos tecidos das duas espécies distintas. Algumas das gemas adventícias, que aí se originam, podem se

(*) Trabalho apresentado à Primeira Reunião Conjunta das Sociedades de Biologia do Brasil, em 26 Set.-1946.

desenvolver em quimeras de vários tipos, isto é, periclinais, sectoriais, mericlinais ou em hiperquimera; ou mixoquimeras (mistura irregular de tecidos genéticamente diferentes) (1, 9). Mais recentemente, Blakeslee e seus colaboradores (2) e depois Satina e outros (9, 10, 11, 12) desenvolveram um outro processo de obtenção de quimeras artificiais em *Datura stramonium*, pela aplicação da colchicina em determinada fase do desenvolvimento da planta. Essas quimeras, do tipo periclinal, se caracterizam pela associação de camadas celulares com números diferentes de cromossômos, múltiplos de número somático. O estudo detalhado dessas quimeras permitiu a Satina e Blakeslee determinar, para a espécie *Datura stramonium*, com bastante precisão, o número de camadas geradoras responsáveis pela formação dos vários órgãos da planta e, particularmente, qual a camada que mais ativamente coopera para a formação dos diferentes tecidos de cada um desses órgãos (9, 10, 11, 12). Seria desnecessário acentuar a importância da aplicação dessas quimeras nos estudos modernos de histogênese.

Em casos de acentuada instabilidade de certos gens em tecido somático tem-se obtido verdadeiros mosaicos de plantas ou partes de plantas, que foram também classificadas como quimeras, por não passarem de uma associação irregular de tecidos genéticamente diferentes (hiperquimeras).

Cumpre notar que esta íntima associação de tecidos genotípicamente diferentes, encontrados nos diferentes tipos de quimeras, não resulta numa "contaminação" mútua, pois cada um deles continua mantendo, estritamente, a sua individualidade. Por esse motivo, a propagação sexuada de quimeras não tem sido possível, porquanto os seus gâmetos, que nas plantas superiores se originam de uma só determinada camada geradora (camada subepidérmica ou segunda camada geradora), no geral são constituídos por um só dos genótipos associados (9).

No presente trabalho são apresentados os resultados preliminares obtidos com a análise de quatro quimeras genéticas encontradas em *Coffea arabica* L. e que se originaram como consequência da instabilidade dos alelos *Na na*, manifestada em algumas plantas em observação (4). Apesar de não se conhecer o número de camadas geradoras existentes nesta espécie, são propostas algumas hipóteses sobre a provável constituição destas quimeras.

II — INSTABILIDADE DOS ALELOS *Na na* EM *COFFEA ARABICA* L.

Dos vários fatores hereditários de *C. arabica* L., em estudos na Secção de Genética do Instituto Agronômico (8), os alelos *Na na* são os únicos que mutam freqüentemente, no tecido somático. Trata-se de um par de fatores que, em estado duplamente dominante, é encontrado na variedade *bourbon* e, em estado duplamente recessivo, na variedade *nana*. A forma heterozigota determina os caracteres principais da variedade (híbrida) *murta* (7). Esses três tipos de plantas são bem distintos quanto aos seus caracteres:

morfológicos e as plantas *nana* raras vezes chegam a florescer e frutificar. Krug (6) descreveu os primeiros casos de mutações somáticas nesses genótipos, verificando a formação de galhos *murta* (*Na na*) em plantas *nana* (*na na*), galhos *bourbon* (*Na Na*) em plantas *murta* (*Na na*), finalmente, um único caso de formação de um galho *murta* (*Na na*) numa planta *bourbon* (*Na Na*). Carvalho (4) ampliou as observações já feitas sobre o assunto, descrevendo, em detalhe, mais três casos de mutações somáticas desse par de gens. No primeiro deles um exemplar da variedade *nana* produziu um brôto ponteiro considerado *bourbon*. A mutação deu-se, aparentemente, da condição duplamente recessiva para a duplamente dominante. Noutro caso, um indivíduo *nana* deu origem a um galho tipicamente *murta* (*Na na*). O exemplar mais interessante era representado por uma planta *nana* que, em épocas diferentes, produziu ramos inteiros das variedades *bourbon* ou *murta*, outras vezes a mutação abrangendo apenas um par de fôlhas do mesmo nó, uma única fôlha de um nó, a metade de uma lâmina de uma fôlha ou ainda apenas uma pequena área da lâmina foliar. Trata-se, pois, de um verdadeiro mosaico de tecidos de 3 genótipos diferentes. Verificou ainda esse autor, que a direção mais frequente da mutação é a da condição recessiva para a dominante, tal como é o caso mais frequente entre os gens mutáveis e que, pelo exame de progênies das variedades *murta* e *nana*, se supõe que o par de alelos *Na na* é estável nas células sexuais. Após a publicação desse trabalho, várias outras plantas *nana* com ramos mutados *murta* foram encontradas. Cumpre notar que todas as mutações somáticas até hoje observadas ocorreram na parte já lenhificada das plantas, em virtude do desenvolvimento de gemas dormentes ou, talvez, adventícias.

III — ANÁLISES DAS MUTAÇÕES SOMÁTICAS *nana* → *MURTA*

1) Planta n.º 605 (Figs. 1 e 2)

A mutação somática descrita por Carvalho (planta n.º 605) se encontra transplantada em uma barrica de madeira, à meia sombra de um ripado. Trata-se de uma planta *nana* (*na na*), que deu origem, em 1939, a um ramo lateral *murta* (*Na na*). A mutação de um alelo *na* para a condição dominante *Na* constitui uma das explicações para o aparecimento de um ramo dessa natureza. Nestes últimos anos esse ramo mutado se desenvolveu consideravelmente, tendo mesmo sido podado várias vezes para que o resto da planta *nana* não perecesse. Esta parte *nana* ainda não floresceu, apesar de a planta já ter 10 anos. O mesmo, porém, não ocorreu com o ramo mutado, *murta*, que vem florescendo, abundantemente, desde 1941. Tendo florescido nesse ano resolveu-se proceder à autopolidização artificial de suas flores e efetuar cruzamentos com genótipos conhecidos *Na Na*, *Na na* e *nana*. As classificações das mudas no viveiro, em 1942, derivadas de sementes obtidas dessas polinizações, forneceram os seguintes dados (Quadro I) :

QUADRO I

RESULTADOS DAS AUTOFECUNDACÕES E DOS CRUZAMENTOS COM A MUTAÇÃO SOMÁTICA *nana* → *MURTA*

	N.º DE PLANTAS				X ²	Observações
	<i>nana</i> (<i>na na</i>)	<i>murta</i> (<i>Na na</i>)	<i>bourbon</i> (<i>Na Na</i>)	Totais		
605 (M. s. <i>murta</i>) auto-fecundado	12	35	14	61	1,450	6 plantas não classificadas e 4 faltas
605 (M. s. <i>murta</i>) x 1 ex(<i>bourbon</i>)	0	42	40	82	0,048	
605 (M. s. <i>murta</i>) x 21-ex(<i>murta</i>)	16	30	22	68	1,998	5 plantas não classificadas
605 (M. s. <i>murta</i>) x 21-177 (<i>nana</i>)	20	25	0	45	0,554	6 plantas não classificadas

$$X^2 \text{ da tabela P-5\%} \quad nf = 2 \text{ (1:2:1)} : 6,0 \\ (3) \quad nf = 1 \text{ (1:1)} : 3,8$$

Verifica-se, pelos resultados obtidos, que as segregações encontradas se ajustam bem às relações esperadas de, respectivamente, 1 *Na Na* : 2 *Na na* : 1 *na na* para os casos de autofecundação e do cruzamento com *murta* e na relação 1 : 1 nos casos de cruzamento com *bourbon* e *nana*.

Dos resultados dessa análise se conclui que a segunda camada geradora (subepidérmica), responsável pela formação dos gâmetos, é, no galho mutado, de constituição *Na na*, pois êstes se formam na relação de 50% *Na* e 50% *na*. Pondo de lado a possibilidade de a planta original já ser de constituição quimérica, pode-se formular as seguintes hipóteses sobre a natureza da constituição dos tecidos do ramo mutado:

a) Todos os seus tecidos foram afetados pela mutação.

b) Apenas a segunda camada geradora foi alterada. Neste caso dever-se-á supor que esta camada também é responsável pela morfologia das folhas.

Infelizmente, como ocorre com a grande maioria das plantas *nana*, a parte normal da planta n.º 605 ainda não floresceu, o que teria dado ensejo para se verificar se a sua segunda camada geradora também é de constituição *na na* ou, no caso de se tratar de uma quimera, da constituição *Na na*. Neste caso, a mutação ocorrida teria afetado as células de uma outra camada, responsável pela morfologia das folhas. Esta hipótese da constituição quimérica da planta original 605 não é, entretanto, provável, como se deduz do exemplo seguinte :

2) Planta 21-201

Este cafeiro *nana* foi obtido na descendência de uma planta *murga* (n.º 21), em 1934. Trata-se de um exemplar típico da variedade *nana*, que também foi plantado em uma barrica de madeira, afim de ser estudado convenientemente. Como acontece com raras plantas dessa constituição, a de n.º 21-201 floresceu um pouco em 1941, sendo efetuada, nesse ano, a autopolinização artificial de todas suas flores. As sementes obtidas foram semeadas em viveiro e, as mudas classificadas, em 1943, deram 8 plantas típicas *nana*. Recentemente, em 1945, a planta 21-201 produziu um ramo lateral do tipo *murga*, tal como aconteceu com a planta 605. Este ramo não floresceu, razão pela qual ainda não o pudemos estudar com detalhes. O que se pode deduzir, porém, desde já, é que, muito provavelmente, a segunda camada geradora da planta original, é, neste caso, de constituição *na na*, produzindo um único tipo de gâmetos. Cumpre notar que as folhas da parte *nana* da planta 21-201 são iguais em forma e tamanho às da parte *nana* da planta 605, o que faz supor que esta não seja de constituição químérica.

IV — ANÁLISE DA MUTAÇÃO SOMÁTICA MURTA → BOURBON (*Na na* → *Na Na*)

Dois casos foram encontrados que representam, com grande probabilidade, quimeras periclinais. Trata-se de duas plantas da variedade *murga* (*Na na*) que deram origem a alguns ramos com folhas bem típicas da variedade *bourbon* (*Na Na*) (Figs. 3 e 4).

Ambas se acham localizadas num dos lotes de seleção de café em Campinas. A de n.º RP 101-19 apresenta, atualmente, a parte mutada (*bourbon*) bem desenvolvida, ao passo que, na planta RP 103-17, o ramo *bourbon* foi, por descuido, parcialmente destruído.

Para explicar a origem desses ramos *bourbon* em planta *murga*, várias hipóteses poderiam ser feitas, tais como a de mutação somática do fator *na* para *Na*, a de uma segregação somática ou, ainda, da ocorrência de uma outra anomalia citológica (deficiência, etc.). A primeira delas é, sem dúvida, a mais aceitável, por se ter já verificado vários outros casos de instabilidade desse fator genético nos tecidos somáticos.

A análise genética dessa mutação somática foi iniciada em 1939, realizando-se, em 1942, novas autofecundações artificiais e hibridações, com o fim de confirmar os resultados obtidos na classificação das mudas derivadas das primeiras polinizações.

1) Resultados das autofecundações

Durante as floradas de 1939 a 1942, as flores de vários ramos, tanto da parte normal (*murga*) como dos ramos mutados (*bourbon*), dos cafeeiros

RP 101-19 e RP 103-17, foram protegidos com sacos de papel para garantir a autopolinização. Plantadas as sementes assim obtidas, respectivamente, em 1940 e 1943, realizaram-se, a seguir, as classificações das mudas no viveiro, obtendo-se os seguintes resultados (soma das duas gerações):

QUADRO II

RESULTADOS DA AUTOFECUNDAÇÃO DE RAMOS NORMAIS (*MURTA*) E MUTADOS (*BOURBON*)

	N.º DE PLANTAS				X ²	
	<i>nana</i> (<i>na na</i>)	<i>murta</i> (<i>Na na</i>)	<i>bourbon</i> (<i>Na Na</i>)	Totais		
R.P.101-19	Parte normal (<i>murta</i>) ...	32	71	34	137	0,24
	Ramos mutados (<i>bourbon</i>) ...	37	50	30	117	3,30
R.P.103-17	Parte normal (<i>murta</i>) ...	18	32	20	70	0,63
	Ramos mutados (<i>bourbon</i>) ...	6	11	5	22	0,09

$$X^2 \text{ da tabela para } nf = 2 \begin{cases} 5\% \dots 6,0 \\ 1\% \dots 9,2 \end{cases}$$

Verificou-se, pois, com surpresa, que também as sementes colhidas nos ramos mutados, com toda aparência de *bourbon*, forneceram populações que segregaram, em plantas *bourbon*, *murta* e *nana*, na proporção de 1 : 2 : 1, exatamente como aconteceu com os lotes derivados de sementes colhidas na parte normal (*murta*) das plantas.

2) Resultados de cruzamentos entre galhos normais e mutados da mesma planta

Ao mesmo tempo que se autofecundaram artificialmente as flores destas duas plantas, foram efetuados, na florada de 1942, alguns cruzamentos recíprocos, na planta RP 101-19, entre galhos normais e mutados. Os resultados foram os seguintes:

QUADRO III

RESULTADOS DOS CRUZAMENTOS ENTRE RAMOS NORMAIS (*MURTA*) E MUTADOS (*BOURBON*)

	N.º DE PLANTAS				X ²
	<i>nana</i> (<i>na na</i>)	<i>murta</i> (<i>Na na</i>)	<i>bourbon</i> (<i>Na Na</i>)	Totais	
RP 101-19					
1) Ramos <i>murta</i> x Ramos <i>bourbon</i> ...	16	44	22	82	1,32
2) Ramos <i>bourbon</i> x Ramos <i>murta</i> ...	3	13	7	23	1,77

Ao invés de aparecerem nestes cruzamentos apenas duas classes (*murta* e *bourbon*), verificou-se que as mudas se separaram em três classes, aproximadamente, na proporção de 1:2:1, como seria esperado em caso de autofecundações da var. *murta*.

V — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nos capítulos anteriores foram apresentados os resultados preliminares da análise genética de 4 mutações somáticas. Nos dois primeiros casos (plantas ns. 605 e 21-201), as plantas *nana* produziram ramos com fôlhas típicas da variedade *murta* (*Na na*). Como já foi dito atrás, a hipótese mais provável é que o ramo mutado seja inteiramente da constituição *Na na*, ou que represente uma quimera periclinal, apenas possuindo, por exemplo, uma segunda camada geradora da constituição *Na na*. Nesse último caso, esta camada também seria responsável pela morfologia das fôlhas, como acontece com *Datura stramonium*, onde essa camada é responsável pela maior parte dos tecidos das fôlhas. Poder-se-á também aventar a hipótese da planta original 605 ser uma quimera periclinal, cuja segunda camada apenas ou todos os tecidos internos fôssem de constituição *Na na*; no primeiro caso, a segunda camada não influiria na morfologia das fôlhas e, no segundo, o ramo mutado seria todo ele da constituição *Na na* e teria se originado, no tecido lenhoso, de uma gema adventícia ou derivada do tecido interno (*Na na*). Esta última hipótese não é provável, porquanto em outros exemplos (5) tem sido provado que os tecidos internos são responsáveis pelo porte das plantas. Nesse caso, a planta original apresentaria um porte mais elevado.

As dúvidas surgidas na interpretação dêstes dois primeiros casos são, em parte, dissipadas pelo exame dos outros dois exemplos de mutação somática (Plantas ns. RP 101-19 e RP 103-17), nos quais 2 plantas *murta* (*Na na*) deram origem a ramos com fôlhas típicas de *bourbon* (*Na Na*). A análise genética provou que aqui a mutação não afetou a segunda camada geradora responsável pela formação dos gâmetos. As flores dos ramos mutados de *bourbon*, quando autofecundadas ou quando cruzadas com o *murta* primitivo, mostraram que os seus gâmetos segregaram nitidamente em 50% de *Na* e 50% de *na*, daí resultando a obtenção de populações que segregavam na proporção de 1 *bourbon* : 2 *murta* : 1 *nana*, como se espera da autofecundação de uma planta *murta* normal. Se é fato que a morfologia das fôlhas sofreu uma profunda modificação e se a segunda camada geradora em café **não** sofreu alteração, como o demonstrou a análise genética, conclui-se que esta camada não é, em *Coffea arabica*, a principal responsável pela morfologia das fôlhas. Uma outra camada geradora, cuja natureza ainda continua desconhecida, é que sofreu a mutação, alterando a forma e o tamanho das fôlhas. Comparando agora êstes resultados com a mutação somática ocorrida na planta n.º 605, chega-se à conclusão de que nesta, pelo menos, **duas** camadas foram alteradas, a segunda e uma outra (ou outra) que modificaram a morfologia das fôlhas.

VI — RESUMO

Após uma discussão geral sobre a natureza das quimeras vegetais, esclareceu-se a ação dos alelos *Na na* em *Coffea arabica* L., chamando a atenção para diversos casos de mutações somáticas ocorridas com êstes fatores, o que demonstra a sua instabilidade em determinados ambientes genéticos. A seguir, apresentam-se os resultados de diversas análises, com o fim de esclarecer a natureza genética de quatro dessas mutações somáticas. No primeiro caso (planta 605), o ramo *murta* (*Na na*) produzido numa planta *nana* (*na na*) revelou ser inteiramente da constituição *Na na* ou possuir, pelo menos, duas camadas de células geradoras mutadas, entre as quais a segunda, responsável pela origem dos gâmetas. Em duas outras plantas examinadas (RP 101-91 e RP 103-17), de constituição *Na na* (*murta*) e que produziram ramos com folhagem típica de *bourbon* (*Na Na*) a mutação, entretanto, não atingiu a segunda camada geradora, constituindo os ramos mutados prováveis quimeras genéticas periclinais. Não se conhece a estrutura exata dessas quimeras, porquanto não se sabe ainda quantas camadas geradoras existem em *Coffea arabica* L., e qual ou quais delas influenciam a forma das folhas. Apenas se conclui que a segunda camada geradora, aparentemente, não é a principal responsável por esse caraterístico.

SUMMARY

After a short discussion on plant chimeras, the effects of the *Na na* alleles in *Coffea arabica* L. are presented and attention is called to the frequent appearance of somatic mutations of these genes, which are very unstable under the influence of certain genetic backgrounds. The analysis of some of these somatic mutants is then presented in detail. The first case deals with a *nana* plant (*na na*), which produced a *murta* branch (*Na na*); the results of selfing and crossing seemed to indicate that at least the second germ layer, which produces the gametes, was affected by the mutation.

Two *murta* plants (*Na na*) produced *bourbon* (*Na Na*) branches, which proved to be of a chimerical nature, as their second germ layer was not affected by the mutation, maintaining its original genetic constitution (*Na na*). The exact structure of these chimerical branches has not been established, as it is not known yet how many germ layers exist in *Coffea arabica* L. and which of them are responsible for the morphology of the leaf. It is however concluded from the analysis of the above mentioned cases, that the second germ layer takes no essential part in determining leaf morphology. Combining the results of the 3 analysis, it is concluded that the first of the above mentioned plants must therefore have at least two modified germ layers.

LITERATURA CITADA

1. Babcock, E. B. and R. E. Clausen: *Em Genetics in Relation to Agriculture*: McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London: XXX : 356-371. 1927.
2. Blakeslee, A. F., Sophia Satina and A. G. Avery: Utilization of induced periclinal chimeras in determining the constitution of organs and their origin from the three germ layers in *Datura*. *Science* 91: 423. 1940.
3. Brieger, F. G. Tábuas e Fórmulas para Estatística. pg. 1-46 (Tábuas 2 e 7). Cia. Melhoramentos de São Paulo. São Paulo. 1937.

4. **Carvalho, Alcides.** Genética de *Coffea* : IV. Instabilidade do par de alelos *Nana* de *Coffea arabica* L. *Bragantia* 1: 453-466. figs. 1-9. 1941.
5. **Frost, H. B. and C. A. Krug.** Diploid-tetraploid periclinal chimeras as bud variants in *Citrus*. *Genetics* 27: 619-634. 1942. Trad. em *Bragantia* 4: 449-474. 1944.
6. **Krug, C. A.** Variações somáticas em *Coffea arabica* L. *Bol. Técn. Inst. Agr. Estado de São Paulo* 20: 1-10. figs. 1-6. 1937.
7. **Krug, C. A.** The Genetics of *Coffea* Part I. The inheritance of a dwarf type *nana*. *Journal of Genetics* 37: 41-50. 1938. Trad. *Bol. Técn. Inst. Agr. do Estado de São Paulo* n.º 47: 1-13. figs. 1-4. 1939.
8. **Krug, C. A. e A. J. T. Mendes.** Conhecimentos gerais sobre a genética e a citologia do gênero *Coffea*. *Rev. Agric. Piracicaba* 18: 399-408. 1943.
9. **Satina, S., A. F. Blakeslee and Amos G. Avery.** Demonstration of the three Germ Layers in the Shoot Apex of *Datura* by Means of Induced Polyploidy in Periclinal Chimeras. *Am. Jour. of Botany* 27: 895-905. 1940.
10. **Satina, S. and A. F. Blakeslee.** Periclinal Chimeras in *Datura stramonium* in Relation to Development of Leaf and Flower. *Am. Jour. of Botany* : 28: 862-871. 1941.
11. **Satina, S. and A. F. Blakeslee.** Periclinal Chimeras in *Datura* in relation to the development of the carpel. *American Journal of Botany* : 30 (7): 453-462. 1943.
12. **Satina, Sophia.** Periclinal chimeras in *Datura* in relation to the development and structure (A) of the style and stigma (B) of calix and corolla. *American Jour. of Botany* 31 (8): 493-502. 1944.
13. **Winkler, H.** Em Strassburger et al.: *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen* : 268-271. Jena Verlag Gustav Fischer, 15. Auflage 1921.



Fig. 2

A mesma planta fotografada em agosto de 1941.

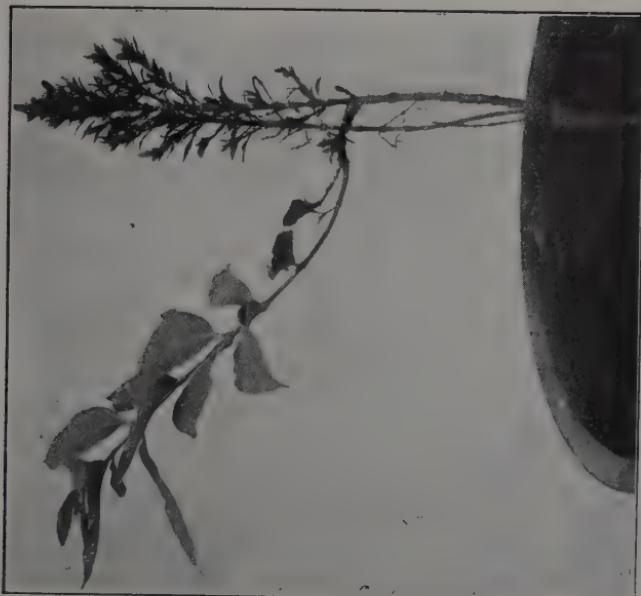


Fig. 1

*Planta rara n.º 605 com um ramo de murtia (*Nana*). Foto, agosto 1940.*



Fig. 4

Planta murta (*Na na*) n.º RP 103-17 com ramos de *bourbon* (*Na Na*).
(*Na Na*).



Fig. 3

Planta murta (*Na na*) n.º RP 101-19 com ramos de *bourbon* (*Na Na*). Foto abril 1939.

GENÉTICA DE COFFEA

X — Hereditariedade da ocorrência de sépalas desenvolvidas nas flores de *Coffea arabica* L. var. *goiaba* Taschdjian

C. A. Krug
e
Alcides Carvalho

I — A NATUREZA DO CÁLICE EM COFFEA

Os membros da família *Rubiaceæ*, que, segundo Schumann (8), se distribuem por 343 gêneros e cerca de 4500 espécies, apresentam sensíveis variações quanto à natureza do cálice. Este é geralmente constituído por sépalas independentes, que só raras vezes se fundem. Em geral, essas sépalas são caducas; todavia, quando persistentes, podem, ou permanecer com as mesmas dimensões, ou aumentar consideravelmente em tamanho com o desenvolver do fruto.

Na tribo *Ixoreæ*, à qual pertence o gênero *Coffea* (*Coffeoideæ* — *Psichotriinæ* — *Ixoreæ*), encontramos a maioria das variações acima especificadas. Tão importantes são os característicos do cálice nessa tribo que Schumann (8) os utilizou, não sómente para distinguir dois grupos de gêneros dessa tribo, como também para melhor caracterização de alguns desses gêneros. Assim é que o gênero *Coffea* apresenta um cálice apenas rudimentar, ao passo que o gênero *Phyllomelia* o possui bem desenvolvido, membranoso e circular. Em *Stumpfia* o cálice se apresenta persistente, porém pequeno; em *Psilanthes* o mesmo é pouco desenvolvido na flor, porém cresce consideravelmente, à medida que o fruto se desenvolve, tornando-se as sépalas foliáceas e de forma lanceolada.

No gênero *Coffea* o cálice é, como já foi mencionado, representado por dentículos, no geral em número de cinco, localizados na parte superior do ovário, circundando o tubo da corola. O comprimento destes dentículos é um tanto variável, sendo, às vezes, tão reduzidos que se tornam quase imperceptíveis a olho nu. Outras vezes atingem 1 a 2 mm de comprimento. Quanto à forma, são, no geral, deltoides; porém, quando mais compridos, podem apresentar-se com a forma linear. Tais dentículos, que não crescem com o desenvolver dos frutos, são reduzidos a pequenas escamas sêcas, quando o fruto amadurece. Estas se localizam no fruto, ao redor do "disco", que corresponde à região de inserção do tubo da corola. Nas diferentes

espécies de *Coffea*, poucas variações são encontradas quanto à forma e tamanho dêsses dentículos. Chevalier (3), em um dos seus recentes trabalhos, destaca entre os característicos da Secção *Argocoffea* Pierre, a presença de um cálice mais desenvolvido.

Em *Coffea arabica* L., entretanto, foram constatadas duas exceções a êsse tipo normal de cálice, uma na var. *goiaba* Taschdjian e a outra na var. *calycanthema* K. M. C. No presente artigo tratar-se-á apenas da primeira destas variações, dos seus característicos e de sua hereditariedade.

II — ORIGEM E DESCRIÇÃO DA VAR. GOIABA

Nos trabalhos de Taschdjian (9) e de Krug, Mendes e Carvalho (7) foram descritos os principais caracteres desta variedade, cabendo aqui apenas acrescentar mais alguns dados obtidos de observações mais recentes. Quanto ao comportamento hereditário desta variação, Krug (5) adiantou que se tratava de um caso de dominância incompleta em F_1 e, posteriormente, Krug e Mendes (6) afirmaram ser a presença de cálice desenvolvido condicionada por um só par de fatores sem, entretanto, apresentar detalhes da análise genética realizada.

Infelizmente, a origem dêssse café continua desconhecida. Pelo Sr. Huberto Levy soubemos que a var. *goiaba* fôra introduzida na Fazenda Ibicaba, em Limeira, pelo Senador Vergueiro, ou pelo Sr. José de Campos Vergueiro, há cerca de 55 anos. Nessa fazenda ainda encontramos vestígios dessa introdução em forma de cafeeiros *maragogipe*, cujas flores apresentam sépalas desenvolvidas. De Limeira, essa variedade foi trazida para Campinas, tendo sido incluída na antiga coleção de café do Instituto Agrônomico pelo Sr. Bento de Toledo, antigo funcionário dêste estabelecimento. Não se tendo encontrado nenhuma outra referência sobre êste café na literatura estrangeira e não constando existir tampouco nas coleções de outros países cafeeiros, torna-se razoável admitir que a var. *goiaba* se originou por mutação do *C. arabica* L. var. *typica* Cramer, provavelmente em alguma fazenda de café do Estado de São Paulo.

O porte dos cafeeiros *goiaba* da nossa coleção é semelhante ao do da var. *typica* ou mesmo maior. Os ramos laterais (de 3.^a e 4.^a ordem) mostram, às vêzes, certas anomalias: A ponta de crescimento é paralizada, desenvolvendo-se uma das gemas laterais do último interódio; esta gema dá origem a um ramo com internédios curtos e fôlhas anormalmente dispostas, às vêzes mostrando mesmo um início de fasciação; uma, duas, três e até quatro fôlhas se desenvolvem nos internódios. Essas fôlhas diminuem em tamanho, à medida que se aproximam da extremidade dêsses ramos anormais e se vão tornando cada vez mais recurvadas, mostrando áreas constituídas por tecidos mais claros imitando uma variegação, áreas essas também caracterizadas por uma textura diferente (Fig. 1). As estípulas se tornam mais alongadas, sendo que as suas pontas, às vêzes, se apresentam bastante compridas.

As flores são de tamanho normal e mostram o característico diferencial desta variedade, isto é, um cálice bem desenvolvido, formado por cinco sépalas foliáceas, esverdeadas, com cerca de 7 mm de comprimento (5 a 8,5 mm) e 2,5 mm de largura (1,5 a 3,5 mm) (Fig. 2). O comprimento e a largura destas sépalas são um tanto variáveis de cafeeiro para cafeeiro, como de flor para flor de um mesmo cafeeiro. Em uma mesma flor, quando desenvolvidas, mostram pequena variação. O que se nota, porém, com certa frequência é que nem todas as sépalas se desenvolvem, permanecendo, às vezes, uma ou duas rudimentares.

Os frutos são de tamanho semelhante ao dos da var. *typica*, apresentando, até o seu completo amadurecimento, as 5 sépalas que apenas se tornam um pouco mais compridas e grossas (Fig. 2). A coloração das sépalas passa do verde para um tom amarelado e a sua base se tinge de vermelho com o amadurecimento do fruto. Começam a secar pela extremidade logo que o fruto amadurece e algumas se desprendem antes de o fruto secar completamente na planta. As variações do comprimento e largura das sépalas continuam ainda evidentes nos frutos desenvolvidos.

III — ANÁLISE GENÉTICA

Na florada de 1933 foram iniciados os primeiros trabalhos de autofecundação e hibridação com esta variedade de café, com a finalidade de esclarecer o mecanismo da transmissão hereditária de seus caracteres. Nos anos que se seguiram prosseguiu-se com o estudo das populações obtidas, efetuando-se novas autofecundações e hibridações, principalmente vários "backcrosses" nas populações F_1 .

1) Autofecundação de plantas da var. *goiaba*

Em dois talhões da Estação Experimental Central de Campinas foram encontrados, em 1933, três cafeeiros velhos (ns. 29, 30 e 31) que apresentavam característicos da var. *goiaba*. O primeiro deles revelou ser heterozigoto, aparecendo em sua descendência plantas de três tipos diferentes: com sépalas rudimentares, com sépalas desenvolvidas, maiores do que na planta-mãe, e, finalmente, algumas plantas, cujas flores apresentavam sépalas idênticas às da planta original. (Os cafeeiros ns. 30 e 31 demonstraram ser homozigotos para os caracteres da var. *goiaba*, apesar do aparecimento, na progénie n.º 31, de algumas plantas com sépalas mais curtas, que mais tarde foram identificadas como constituindo resultados de contaminação havida por ocasião da polinização).

Mais tarde, na mesma Estação Experimental, ainda foram marcados outros cafeeiros desta variedade, dos quais os seguintes foram utilizados na presente análise genética: ns. 50, 136 e 552.

2) *F₁*: *Normal x goiaba*

Ao todo foram efetuadas dez hibridações, sendo algumas recíprocas, entre os cafeeiros *goiaba*, de sépalas bem desenvolvidas, ns. 30, 50, 136 e 552 e plantas pertencentes às seguintes variedades: *typica*; *murta*; *purpurascens*; *maragogipe* e *polysperma*. Além da var. *typica*, mais comumente utilizada em nossas análises genéticas, foram, pois, aproveitadas 4 outras variedades com o intuito de sintetizar novas combinações genéticas e verificar, futuramente, se existe **linkage** entre os fatores em estudos. Como mostra o quadro I, foram obtidas 88 plantas *F₁* de sépalas intermediárias (Fig. 3). Apenas 2 indivíduos, no cruzamento 50 x 10, apresentaram sépalas grandes, certamente, de contaminação das flores castradas da planta 50 pelo seu próprio pólen.

QUADRO I

F₁ DE CRUZAMENTOS ENTRE PLANTAS NORMAIS (COM SÉPALAS RUDIMENTARES) E GOIABA

Números	Variedades	F ₁ — N.º DE PLANTAS		
		Com sépa- las rudi- mentares	Com sépa- las inter- mediárias	Com sépa- las desen- volvidas
21 x 30	<i>murta x goiaba</i>	—	11	—
24 x 30	<i>purpurascens x goiaba</i>	—	3	—
30 x 10	<i>goiaba x typica</i>	—	3	—
30 x 21	<i>goiaba x murta</i>	—	8	—
10 x 50	<i>typica x goiaba</i>	—	6	—
50 x 10	<i>goiaba x typica</i>	—	29	2(*)
50 x 17	<i>goiaba x maragogipe</i>	—	6	—
136 x 17	<i>goiaba x maragogipe</i>	—	18	—
27 x 552	<i>polysperma x goiaba</i>	—	4	—
Totais		—	88	2(*)

(*) provável contaminação.

Examinando a natureza do cálice em um bom número de plantas *F₁*, verificou-se a existência de uma variabilidade bastante acentuada tanto no tamanho como na forma das sépalas. Essa variação, entre plantas diferentes de um mesmo cruzamento, é bem maior do que nas progêniés de indivíduos puros *goiaba*. Até as sépalas de um mesmo fruto são também bem mais variáveis na forma e dimensões, ora se apresentando rudimentares, outras vezes atingindo apreciável comprimento e largura (Fig. 4). Quanto à forma, as sépalas destas plantas *F₁* são mais estreitas, lanceoladas ou, às vezes, quase lineares (Fig. 5B). Em nenhum caso, entretanto, foram constatadas, nas plantas *F₁*, sépalas com forma e tamanho idênticos aos das sépalas das plantas homozigotas (Fig. 5A).

Nas plantas heterozigotas notam-se também as anomalias nos ramos e fôlhas, às vezes com menor intensidade do que nos indivíduos homozigotos.

3) F_2 : *Normal x goiaba*

Várias centenas de plantas, pertencentes a 20 progêniens de indivíduos híbridos (F_1) inclusive a do n.º 29, que foi uma das primeiras plantas *goiaba* marcadas na Estação Experimental Central, foram estudadas durante uma ou mesmo duas floradas, procurando-se confirmar as classificações feitas quando os frutos se achavam completamente desenvolvidos.

No quadro II são apresentados os resultados obtidos.

QUADRO II
 F_2 DO CRUZAMENTO ENTRE PLANTAS NORMAIS (COM SÉPALAS RUDIMENTARES) E GOIABA

PLANTAS Ns.	NÚMERO DE PLANTAS				χ^2 (**)	
	Total	Classificadas	Com sépalas rudimentares	Com sépalas intermediárias		
29	42	23	9	9	5	2,48
(21 x 30) — 6 . . .	13	13	0	9	4	—
— 9 . . .	70	67	27	28	12	8,52
(24 x 30) — 1 . . .	20	6	2	4	0	—
2 . . .	6	6	0	4	2	—
3 . . .	54	50	12	28	10	0,88
(30 x 10) — 1 . . .	100	90	25	48	17	1,82
3 . . .	100	91	20	52	19	1,88
(30 x 21) — 2 . . .	20	11	3	5	3	—
6 . . .	29	28	13	11	4	7,07
(50 x 10) — 1 . . .	110	98	24	53	21	0,84
— 9 . . .	92	85	29	41	15	4,72
— 15 . . .	97	89	27	45	17	2,26
(136 x 17) — 1 . . .	22	21	5	12	4	0,52
2 . . .	48	47	9	28	10	1,76
— 3 . . .	18	18	6	12	0	—
4 . . .	52	47	7	26	14	2,62
— 5 . . .	97	84	25	40	19	1,05
(29 x 39*) — 3 . . .	25	19	6	5	8	4,68
— 4 . . .	55	53	19	26	8	4,59
	1070	946	268	486	192	12,93

(*) A planta n.º 39 é da var. *typica* Cramer forma *xanthocarpa* (Caminhoá) Krug

$$\text{Limites de } \chi^2 \quad \left. \begin{array}{l} 5\% = 6,0 \\ n_f = 2 \quad \left. \begin{array}{l} 1\% = 9,2 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

(**) Não se realizaram os cálculos parciais de χ^2 para as populações F_2 com número muito reduzido de indivíduos.

Analizando os dados do quadro II podem ser feitos os seguintes comentários: 1) Do total de 1.070 plantas obtidas, apenas 946 puderam ser devidamente classificadas, isto devido a falhas ocorridas ou em virtude da eliminação de plantas, operação que se tornou necessária antes do florescimento. 2) Na penúltima coluna nota-se uma sensível deficiência de indivíduos portadores de flores com sépalas desenvolvidas. Esta deficiência,

provavelmente, está relacionada com o fato de esta classe homozigota ser mais tardia no florescimento do que as demais. Por esse motivo, julga-se que boa parte das 124 plantas não classificadas e eliminadas antes do florescimento pertenciam a esta classe, o que, em parte, explica a sua deficiência. Além disso, quando há poucas flores e frutos para examinar, como ocorre nas primeiras produções das plantas *goiaba*, encontra-se certa dificuldade na diferenciação entre as classes homo e heterozigotas. Isto se dá devido à sensível variabilidade que ocorre, na manifestação do caráter "cálice", na classe heterozigota também aqui na população F_2 . Por esta mesma razão, algumas plantas heterozigotas que produziram poucos frutos devem ter sido classificadas como normais, o que também em parte explica o excesso dessa classe. 3) Dos X^2 parciais apenas dois dão valores entre os limites 5% e 1% para $nf = 2$. Entretanto, o X^2 total, obtido pelo cálculo das frequências totais de cada classe, foge do limite 1%. 4) Reunindo as classes com sépalas intermediárias e com sépalas desenvolvidas (678 indivíduos) e comparando-as com a classe normal (268 indivíduos), encontraremos um valor de X^2 igual a 5,6, sendo os limites permitidos de 3,8 e 6,6, respectivamente para 5 e 1% para $nf = 1$. Como se vê, a discrepância aqui é bem menor. A relação obtida se afasta, assim, um tanto da relação 1 : 2 : 1, esperada na base de um par de fatores genéticos diferenciais com dominância incompleta em F_1 , porém se aproxima bastante da relação teórica 3 : 1.

4) Backcrosses

a) F_1 (*Normal* x *goiaba*) x *Normal*

Nove plantas híbridas foram cruzadas com plantas normais. Nos primeiros 6 "backcrosses" citados no quadro III, utilizamos, para tanto, a planta 10-1, pertencente à progénie da planta n.º 10, da var. *typica*, usada no cruzamento primitivo. Nos demais "backcrosses" foi usado o pólen de outras plantas normais.

QUADRO III
BACKCROSS: F_1 (*NORMAL* x *GOIABA*) x *NORMAL*

PLANTAS CRUZADAS	NÚMERO DE PLANTAS			X^2
	Total	Com sépa- las rudi- mentares	Com sépa- las inter- mediárias	
(30 x 10) — 1 x 10 — 1	29	11	18	1,68
— 2 x 10 — 1	9	3	6	—
— 3 x 10 — 1	6	4	2	—
(50 x 10) — 1 x 10 — 1	26	12	14	0,16
— 9 x 10 — 1	46	24	22	0,08
— 15 x 10 — 1	39	23	16	1,26
(29 x 39) — 4 x 38 — 14	2	2	0	—
29 x 39	4	0	4	—
(29 x 39) — 5 x 39 ex	5	4	1	—
	166	83	83	

As somas gerais do quadro III nos indicam que elas se adaptam perfeitamente à relação de 1:1. Cumpre notar aqui que a classificação das plantas não apresentou dificuldades, pois as duas classes em questão são mais fáceis de serem diferenciadas.

b) F_1 (*Normal x goiaba*) \times *goiaba*

Infelizmente, neste "backcross" foram encontradas as mesmas dificuldades na classificação das plantas já atrás referidas no caso das populações F_2 . Os resultados obtidos foram os do quadro IV.

QUADRO IV
BACKCROSS: F_1 (*NORMAL x GOIABA*) \times *GOIABA*

PLANTAS CRUZADAS	NÚMERO DAS PLANTAS			X^2
	Total	Com sépa- las inter- mediárias	Com sépa- las desen- volvidas	
(29 x 39) — 3 x 31 — 9	3	3	0	—
— 4 x 31 — 9	25	15	10	1,00
(30 x 10) — 1 x 31 — 9	8	6	2	—
(50 x 10) — 1 x 30	22	13	9	0,72
	58	37	21	4,42

Limites da tabela para $nf = 1$: $\left\{ \begin{array}{l} 5\% \dots 3,8 \\ 1\% \dots 6,6 \end{array} \right.$

Também aqui se verificou, pois, uma deficiência da classe homozigota, sendo, porém, o X^2 dos totais inferior ao do limite de 1% permitido pela variação ao acaso. Cumpre notar ainda que o número de indivíduos examinados é relativamente pequeno, sendo sempre suficiente a classe de sépalas desenvolvidas.

5) **Autofecundação de uma planta normal [do backcross F_1 (*Normal x goiaba*) \times *Normal*].**

Para confirmar a constituição genética de uma planta normal, de sépalas rudimentares e derivada de um dos dois "backcrosses" atrás descritos, procedeu-se à autofecundação artificial da planta n.º [(50 x 10) 1x10-1] 1. A sua progénie, constituída de 35 plantas, demonstrou que todas elas apresentam sépalas rudimentares em suas flores.

IV — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES DA ANÁLISE GENÉTICA

De acordo com o que foi exposto nos dois primeiros capítulos deste trabalho, a presença de um cálice na var. *goiaba* aproxima o gênero *Coffea* de alguns outros gêneros da mesma tribo *Ixoreae*, gêneros êsses carate-

rizados por um cálice desenvolvido e persistente. Uma acentuada analogia se estabelece, assim, principalmente entre a morfologia externa dos frutos das espécies destes gêneros e os da var. *goiaba* do *Coffea arabica* L. Este fato, além de sugerir uma revisão na chave de classificação da tribo *Ixoreæ*, proposta por Schumann (8), é sobremodo interessante do ponto de vista da evolução. Sugere que a especialização de um órgão da flor, neste caso o cálice, se caracterizou por uma sensível redução (rudimentação), a ponto de fazê-lo quase desaparecer. Baseando-se na análise genética ora apresentada, conclui-se que tal especialização possivelmente ocorreu por uma simples mutação genética. A presença de cálice nas flores deve, neste caso, ser considerada como um característico primitivo e seu mecanismo hereditário sugere que o seu desaparecimento não ocorreu de modo gradativo. Nada se pode adiantar sobre quais os fatores que influenciaram favoravelmente a multiplicação da forma de cálice rudimentar que, de acordo com a hipótese atrás formulada, substituiu por completo o tipo primitivo de cálice desenvolvido.

Apesar de os valores de X^2 dos quadros II e IV serem um pouco elevados, pode-se concluir, da análise genética atrás apresentada, que um só par de fatores genéticos principais é responsável pela presença de sépalas desenvolvidas na var. *goiaba*. Todas as plantas F_1 (Normal x *goiaba*) examinadas apresentam sépalas intermediárias, variáveis em tamanho, aproximando-se, às vezes, mais do tipo *goiaba*, outras vezes, mais do tipo normal (rudimentares).

Especial atenção deve ser dada a essa acentuada variabilidade observada nas dimensões das sépalas entre indivíduos das populações F_1 , bem maior do que a observada nos indivíduos homozigotos *goiaba*. Essa variabilidade é constatada tanto no tamanho como na forma das sépalas e deve ser consequência da ação de fatores modificadores que afetam o modo de agir do par de genes principais.

Fatores fisiológicos devem ser responsáveis pela variação que se nota entre as sépalas dos frutos de uma mesma planta ou entre as sépalas de um mesmo fruto.

Ernst (4) fez detalhados estudos sobre a variabilidade do tamanho das sépalas petaloides na forma *calycanthema* de *Primula*, tanto entre plantas diferentes como entre flores de um mesmo indivíduo e entre sépalas de uma mesma flor; supõe que as variações do "ambiente genético", bem como a instabilidade do gen *calycanthema*, sejam responsáveis por essa variabilidade.

Com relação à maior variabilidade da forma heterozigota no caso do *goiaba*, poder-se-á ainda lembrar a existência de um caso análogo em *Drosophila*, em que os híbridos para os fatores determinantes da côn. do corpo *ebony* e *sooty*, embora intermediários na côn., se apresentam igualmente bem variáveis, dificultando a separação das classes em F_2 (1).

Muitos estudos têm sido realizados e numerosas hipóteses têm sido formuladas para explicar a variabilidade do grau de dominância manifestado por muitas formas heterozigotas, principalmente em se tratando de

caracteres quantitativos, como é o caso do *goiaba*, dependendo a intensidade da expressão do respectivo caráter de uma longa série de reações, nas quais estão envolvidos tanto fatores internos como também externos (meio ambiente).

As possíveis razões do valor elevado do X^2 geral encontrado no quadro II já foram expostas, devendo-se, entretanto, notar que apenas 2 das 20 relações individuais apresentadas acusaram valores de X^2 maiores do que o limite 5% da variação permitida pelo acaso. Os resultados apresentados no quadro III — Backcross: (Normal x *goiaba*) x Normal — não deixam dúvida quanto à natureza monofatorial do caráter em estudo, pois nesse backcross a classificação das plantas é mais fácil, existindo poucas possibilidades de enganos. O mesmo já não ocorreu no outro backcross — (Normal x *goiaba*) x *goiaba* —, onde foram encontradas dificuldades na classificação rigorosa das plantas.

A hipótese de que a presença de sépalas desenvolvidas é condicionada por fatores genéticos múltiplos não encontra apoio nos resultados apresentados. Apenas a grande variabilidade nas dimensões e forma das sépalas verificada entre indivíduos F_1 vem a favor dessa hipótese. Mas, se vários fossem os fatores que condicionassem o característico em estudo, as populações F_2 , por certo, deveriam apresentar uma amplitude ainda maior de variação, sendo muito menos numerosos os indivíduos extremos (com sépalas rudimentares e com sépalas bem desenvolvidas) e o backcross — (Normal x *goiaba*) x Normal — não apresentaria as duas classes tão nítidamente separadas como encontramos.

Baseando-se no que foi exposto, propõem-se os símbolos **sd sd**, de “sépalas desenvolvidas”, para caracterização do genótipo *goiaba*, possuindo as demais variedades de *Coffea arabica*, com sépalas rudimentares, os alelomorfos **Sd Sd**.

V — RESUMO

No presente trabalho, os autores, após a apresentação de alguns dados sobre a natureza do cálice na tribo *Ixoreæ* (*Rubiaceæ*), descrevem os característicos deste órgão em *Coffea*, detalhando, a seguir, uma variação encontrada em *Coffea arabica* L., isto é, na var. *goiaba*. Esta variedade se caracteriza por apresentar sépalas bem desenvolvidas e persistentes, o que dá ao fruto certa semelhança com o da goiabeira (*Psidium guajava* L.), daí provindo o seu nome. Supõe-se que a presença de um cálice desenvolvido constitui um caráter primitivo, sendo o cálice rudimentar encontrado nos demais representantes do gênero, consequência da supressão quase completa das sépalas, por mutação.

A seguir relatam-se os resultados da análise genética, concluindo-se que o desenvolvimento das sépalas é condicionado por um só par de fatores genéticos principais, **sd sd** (abreviação de “sépala desenvolvida”). Em F_1 — Normal x *goiaba* — (*Sd Sd* x *sd sd*) — nota-se uma dominância incompleta, apresentando os híbridos um cálice de tamanho intermediário. A variabilidade da forma e do tamanho do cálice constatada, principalmente entre as plantas híbridas, é atribuída a fatores genéticos modifica-

dores que afetam a ação do par de fatores principais ; a variabilidade dêste caráter dentro da mesma planta é atribuída a fatores fisiológicos.

SUMMARY

In this paper the authors discuss the nature of the calyx in the *Ixorex (Rubiaceæ)*, calling special attention to this character in *Coffea*. The calyx of the *goiaba* variety of *Coffea arabica* L. differs from the normal type being well developed, foliaceous and persistent, the fruit being similar in appearance to the guava (*Psidium guajava* L.). It is supposed that the presence of a well developed calyx is a primitive character, the normal rudimentary calyx as found in the other representatives of the genus, having developed by rudimentation of the sepals through mutation.

The results of the genetic analysis of this character indicate that one main pair of genetic factors is responsible for the development of a foliaceous calyx, the symbol **sd sd** (from "sépalas desenvolvidas") being proposed. F_1 hybrids between "normal" (**Sd Sd**) and "goiaba" (**sd sd**) plants have intermediate sepals on their flowers and fruits, the heterozygote therefore showing incomplete dominance.

The variability in size and shape of the sepals noted specially on the heterozygous plants is attributed to modifying factors which act upon the main pair of genes involved, particularly at the heterozygous condition ; physiological factors modify the expression of this character on fruits of the same individual plant and even on a single fruit.

LITERATURA CITADA

1. Babcock, E. B. and R. D. Clausen. *Em: Genetics in Relation to Agriculture*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York : 77. 1927.
2. Brieger, F. G. *Tábuas e Fórmulas para Estatística*. pg. 1-46. Cia. Melhoramentos de São Paulo. São Paulo. 1937.
3. Chevalier, A. *Em: Les Cafériers du Globe*. Fasc. II *Iconographie des cafériers sauvages et cultivées*. Paul Lechevalier, Editeur Paris 1942.
4. Ernst, A. *Erblichkeitsforschungen an calycanthemen Primeln*. *Der Züchter* 8(11): 281-294 ; (12) : 313-324. 1936.
5. Krug, C. A. *Genética de Coffea*. Plano de estudos em execução no Departamento de Genética do Instituto Agronômico. *Bol. Técn.* n.º 26 do Instituto Agronômico. 1936.
6. Krug, C. A. e A. J. T. Mendes. *Conhecimentos gerais sobre a genética e a citologia do gênero Coffea*. *Rev. Agric.*, Piracicaba 18: 399-408. 1943.
7. Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho. *Taxonomia de Coffea arabica L.* Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo. *Bol. Técn.* n.º 62 do Instituto Agronômico. 1939.
8. Schumann, K. *Rubiaceae em A. Engler und K. Prantl : Die Natürlichen Pflanzenfamilien IV. Teil, 4. Abteilung* Leipzig 1891.
9. Taschdjian, E. *Beobachtungen über Variabilität, Dominanz und Vizinismus bei Coffea arabica*. *Zeitschr. f. Züchtung* 17: 341-354 1932.

DESCRICAÇÃO DAS FIGURAS

Fig. 1 — Ramo e fôlhas anormais de *Coffea arabica* L. var. *goiaba* Taschdjian.

Fig. 2 — Botão, flor e frutos maduros de *Coffea arabica* L. var. *goiaba* Taschdjian.

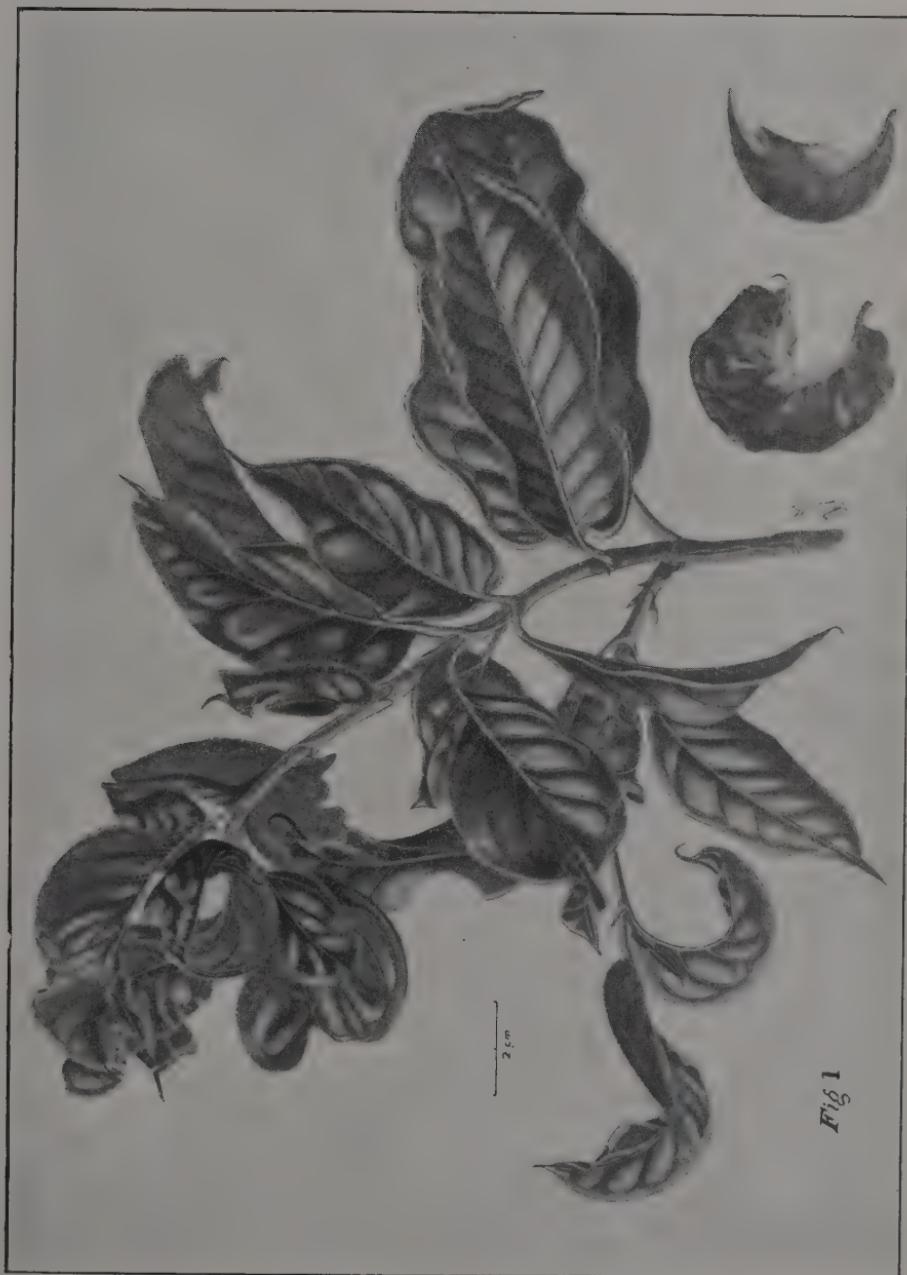
Fig. 3 — Frutos das formas *goiaba* e *typica* e do seu híbrido F_1 . (x 2).

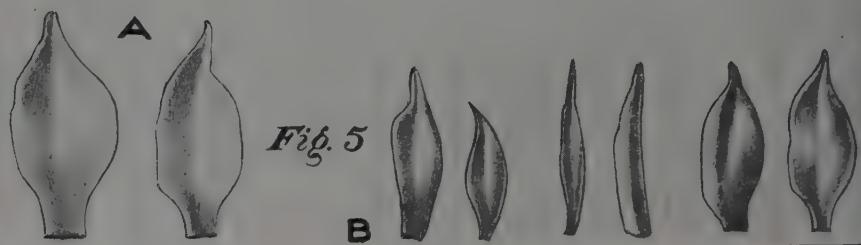
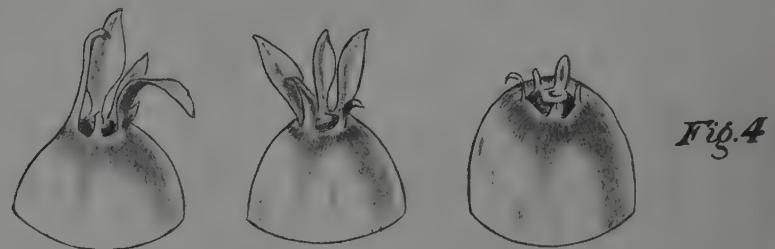
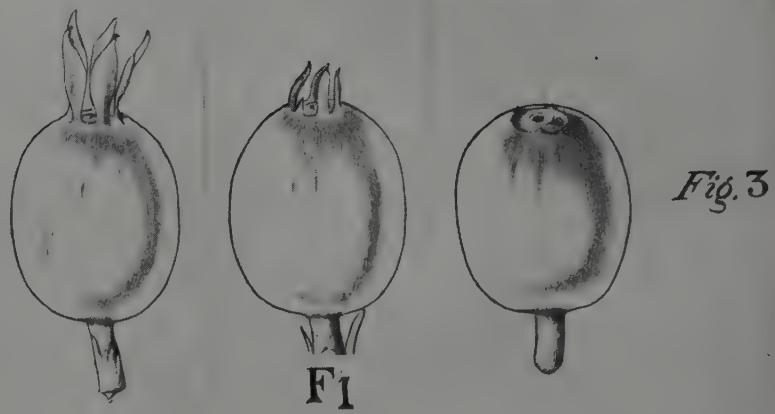
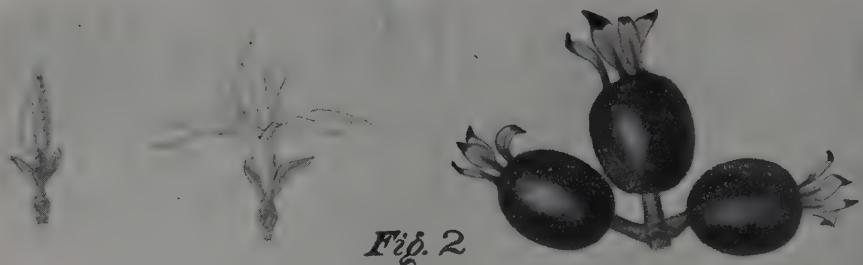
Fig. 4 — Variabilidade do tamanho das sépalas em três frutos de uma planta híbrida. (x 2).

Fig. 5 — Sépalas retiradas de frutos quase maduros. (x 4).

A — da forma homozigota

B — de formas híbridas F_1 .





PARTENOGÊNESE, PARTENOCARPIA E CASOS ANORMAIS DE FERTILIZAÇÃO EM *Coffea*

A. J. T. Mendes

I — INTRODUÇÃO

A **partenogênese**, isto é, o processo pelo qual um embrião se desenvolve de uma oosfera haplóide ou diplóide sem qualquer fusão de núcleos ou de células (2), tem sido constatada em plantas as mais diversas que, normalmente, se reproduzem por via sexuada e onde, portanto, a meiose e a fertilização são ocorrências normais.

Fatores diversos podem determinar um processo partenogenético, como sejam: condições de temperatura, polinização por uma espécie geneticamente distante, propensão à poliembrionia, etc. Experimentalmente, a partenogênese tem sido conseguida de várias formas, porém, segundo Chiarugi (1), o melhor método para a indução da partenogênese haplóide é a polinização por uma espécie geneticamente distante, capaz de induzir partenocarpia, mas não fertilização.

Uma completa revisão e discussão da literatura sobre apomixis nas Angiospermas foi feita recentemente por Stebbins (7), não cabendo, portanto, no presente trabalho, divagar sobre o mesmo assunto.

No presente artigo pretendemos relatar a ocorrência de certos fatos em *Coffea*, os quais vêm demonstrar a ocasional formação de frutos partenocápicos, a união de gâmetos com número anormal (não reduzido ou duplamente reduzido) de cromossômios, além de mais uma vez evidenciar a formação de embriões partenogenéticos.

II — HAPLÓIDES E POLIPLÓIDES DERIVADOS DE TETRAPLÓIDES. A PROGÊNIE DOS HAPLÓIDES E POLIPLÓIDES

A espécie *C. arabica* L., tendo $2n=44$ cromossômios, é considerada **tetraplóide**, pois que o número básico do gênero é $x=11$ e todas as outras espécies estudadas, com uma exceção recente, são **diplopoides** ($2n=22$). A meiose é perfeitamente regular, porém, nas progênies das variedades tetraplóides, surgem, às vezes, plantas com a metade ("di-haplóides", $2n=22$)

dos cromossômios esperados (5) e ainda outras plantas com uma vez e meia (**hexaplóides**, $2n=66$) ou duas vêzes (**octoplóides**, $2n=88$) êsse número (4).

Os "di-haplóides" ($2n=22$), os **hexaplóides** ($2n=66$) e os **octoplóides** ($2n=88$) não apresentam meiose normal. Mendes e Bacchi (5) e Krug (4) estudaram-na com os possíveis detalhes, analisando ainda o número de cromossômios das plantas que constituam suas progênies e das plantas obtidas pela sua hibridação com a variedade tetraplóide normal.

A progénie dos **di-haplóides**, derivada de sementes obtidas de flores autofecundadas ou não, é constituída, principalmente, de plantas tetraplóides; alguns indivíduos são aneuplóides ($2n=43$, $2n=46$). Quando cruzados com um tetraplóide, os **di-haplóides** produziram sómente plantas tetraplóides.

Na progénie dos **hexaplóides** predominam os tetraplóides; aparecem também alguns hexaplóides e poucos aneuplóides ($2n=50$). No cruzamento **hexaplóide** x **tetraplóide** obtiveram-se plantas tetraplóides, pentaplóides e aneuplóides ($2n=52$). No cruzamento inverso só foram obtidos tetraplóides e um aneuplóide ($2n= \pm 52$).

Na progénie dos **octoplóides** predominam também os tetraplóides; aparecem ainda hexaplóides e octoplóides.

III — HIBRIDAÇÕES QUE NÃO PRODUZEM OS RESULTADOS ESPERADOS

A hibridação entre espécies de *Coffea* tem sido realizada no Instituto Agrônomo pelos agrônomos das Secções de Genética e Citolgia, havendo já muitos híbridos em estudo. Sendo a espécie *C. arabica* tetraplóide ($2n=44$) e as outras espécies diplóides ($2n=22$), êsses híbridos são normalmente triplóides ($2n=33$). Dedicando-nos mais particularmente às hibridações entre *C. arabica* e *C. canephora*, verificamos que em várias ocasiões os resultados não foram os esperados, como passamos a expor:

a) *COFFEA CANEPHORA* x *C. ARABICA*

1.º caso: na hibridação entre as plantas n.º 37 ($2n=22$) e n.º 3 ($2n=44$), a única planta obtida era diplóide e apresentava todos os característicos da espécie *canephora* aqui representada pela planta n.º 37.

2.º caso: na hibridação entre as plantas n.º P64 ($2n=22$) e n.º 27 ($2n=44$), as nove plantas obtidas como no caso anterior não eram híbridas e também tinham apenas 22 cromossômios como a planta n.º P64 que servira de mãe.

3.º caso: na hibridação entre as plantas n.º 35 ($2n=22$) e n.º 27 ($2n=44$) obtiveram-se 9 plantas, das quais 7 eram híbridas, triplóides ($2n=33$), uma era tetraplóide ($2n=44$), também híbrida, pois reunia caracteres de ambas as espécies, e outra era pentaplóide ($2n=55$), não tendo esta sido melhor analisada porque morreu ainda muito pequena.

b) *COFFEA ARABICA* x *C. CANEPHORA*

4.º caso: na hibridação entre as plantas n.º 21 ($2n=44$) e n.º 37 ($2n=22$) obtiveram-se 3 plantas, sendo uma híbrida, triplóide ($2n=33$) ; as duas outras eram tetraplóides como a planta mãe, porém ambas diferiam genéticamente entre si e da planta mãe.

c) *COFFEA CANEPHORA* x *C. CANEPHORA*

Obtivemos experimentalmente uma planta tetraplóide ($2n=44$) de *C. canephora*, tratando pela colquicina sementes de um exemplar diplóide ($2n=22$). Tentando cruzar o exemplar diplóide com o tetraplóide, também não obtivemos o esperado triplóide. É o que irá constituir o nosso 5.º caso:

5.º caso: na hibridação entre as plantas n.º 35 ($2n=22$) e Co 248 ($2n=44$) obtiveram-se 3 plantas, sendo uma tetraplóide como a fornecedora do pólen e duas diplóides como a planta mãe.

IV — EXPLICAÇÃO DOS FATOS ATRAVÉS DA OCORRÊNCIA DE PARTENOGÊNESE E DE FERTILIZAÇÕES ANORMAIS. DISCUSSÃO

A ocorrência de plantas com a metade ($2n=22$) do número de cromossômios, constatada por Mendes e Bacchi (5) nas progêniés de *Coffea arabica* L. ($2n=44$), encontra explicação em um processo de **partenogênese**: o desenvolvimento de um embrião a partir de uma oosfera normalmente reduzida, sem fertilização. Esse desenvolvimento poderia ser induzido pela presença de um tubo polínico na cavidade embrionária, que não atingisse a oosfera. Sacos embrionários duplos foram encontrados em *C. arabica* L. Este fato parece estar ligado ao da ocorrência de sementes poliembriônicas ; a fertilização de uma oosfera numa cavidade embrionária onde existem duas, poderá induzir o desenvolvimento partenogenético de um embrião a partir da outra ; porém todas as plantas gêmeas estudadas até hoje em *C. arabica* L. têm $2n=44$ cromossômios (6). Se bem que não tenha sido assim demonstrada a origem das plantas haplóides ("di-haplóides") nessa espécie, persiste como mais aceitável a hipótese de um mecanismo partenogênético.

A ocorrência de plantas **hexaplóides** na progénie dos tetraplóides pode ser explicada de duas maneiras mais prováveis : 1) união de um gâmeto normalmente reduzido ($n=22$) com um não reduzido ($n=44$) ; 2) duplicação dos cromossômios de um gâmeto anormal ($n=33$).

A união de dois gâmetos não reduzidos poderá explicar a formação de plantas **octoplóides** ; uma outra explicação para o caso seria a duplicação dos cromossômios de um zigote normalmente formado, ao ser iniciado o desenvolvimento do embrião.

A meiose dos di-haplóides de *Coffea* constitui um processo inteiramente anormal ; sua progénie é constituída de indivíduos tetraplóides e aneuplóides muito próximos de tetraplóides ; os híbridos com tetraplóides

são tetraplóides. Isto mostra que os **di-haplóides** produzem gâmetos viáveis com $n = \pm 22$ cromossômios; não há evidência de partenogênese ou de duplicação de cromossômios.

A ocorrência de tetra- e hexaplóides na progênie dos hexaplóides e a de tetra-, hexa- e octoplóides na progênie dos octoplóides, bem como a formação de aneuplóides em ambos os casos são fatos realmente esperados, dada a constituição dos gâmetos observada através de um estudo da meiose nesses poliplóides. Apenas o cruzamento tetraplóide x hexaplóide, em consequência do qual só se formam tetraplóides, sugere um mecanismo partenogenético.

Passemos agora a estudar os cinco casos atrás mencionados sob o título "hibridações que não produzem os resultados esperados":

Os dois primeiros casos, de hibridação entre *C. canephora* ($2n = 22$) e *C. arabica* ($2n = 44$), podem ser explicados da mesma forma. As flores da planta *canephora* foram emasculadas e sobre elas foi aplicado o pólen da planta *arabica*. Normalmente, uma oosfera com $n = 11$ seria fertilizada por um gâmeto com $n = 22$, porém, o embrião formado era diplóide ($2n = 22$) e a planta que se desenvolveu tinha todos os característicos da espécie *canephora* únicamente, do que se conclui que não houve o concurso do gâmeto *arabica* na formação desse embrião. Restam, então, duas hipóteses a considerar: 1) houve intromissão de pólen estranho (*canephora*) na ocasião da manipulação (não se pode falar em emasculação mal feita, pois que a espécie *C. canephora* é auto-estéril); 2) a polinização com pólen da outra espécie induziu o desenvolvimento partenogenético dos embriões.

O terceiro caso atrás apontado mostra bem que a manipulação das flores foi perfeita, tanto que das 9 plantas obtidas 7 eram triploides e apresentavam os característicos intermediários de ambas as espécies. Tentaremos explicar a ocorrência do indivíduo tetraplóide e do pentaplóide da seguinte maneira:

1) Na planta tetraplóide reconhece-se, em primeiro lugar, que é híbrida, pois que ela exibe caracteres herdados de ambas as espécies; ou uma oosfera normal ($n = 11$) foi fertilizada por um gâmeto masculino triploide ($n = 33$) ou uma oosfera diplóide ($n = 22$) foi fertilizada por um gâmeto masculino normal ($n = 22$). Parece-nos mais razoável esta segunda hipótese, pois que além da pequena probabilidade que há de se formarem grãos de pólen triploides em *C. arabica*, há ainda a considerar que um tubo polínico com núcleos dessa constituição terá pequena probabilidade de se desenvolver normalmente num estílo diplóide de planta pertencente a outra espécie.

2) Não pudemos identificar se a planta pentaplóide ($2n = 55$) era híbrida ou não, pois que morreu antes do transplante para vaso. Das hipóteses que se podem levantar parece-nos mais provável a fertilização de uma oosfera normal de *C. canephora* com 11 cromossômios por um gâmeto *não reduzido* de *C. arabica* com 44 cromossômios.

Muito interessante é o 4.º caso, da hibridação em sentido inverso às duas discutidas anteriormente, e realizado entre as plantas n.º 21 (*C. arabica*) e n.º 37 (*C. canephora*).

A planta n.º 21 é típica da variedade *murta* de *C. arabica*, sabendo-se que é heterozigota para o par de fatôres *Na na*. As três plantas obtidas após a tentativa de hibridação eram :

1) Uma planta com 44 cromossômios somáticos, *murta*, porém diferente da planta mãe quanto a outro característico genético (côr dos brotos). Depois do estudo de tôdas as hipóteses prováveis, chegamos à conclusão de que a proteção do botão no ato do cruzamento não foi perfeita ; deve ter havido intromissão de pólen estranho.

2) Uma planta com 33 cromossômios, de caracteres intermediários entre *C. canephora* e *C. arabica* var. *bourbon*. Como é sabido que as variedades *bourbon* e *murta* diferem entre si apenas por um fator genético, sendo a primeira de constituição *Na Na* e a última *Na na*, espera-se que os gâmetos desta última sejam portadores de *Na* ou de *na*. Um híbrido qualquer assemelhar-se-á ao *bourbon* se o gâmeto em questão fôr portador de *Na* ; e assemelhar-se-á à var. *murta* (*Na na*) ou *nana* (*na na*) se o gâmeto fôr portador de *na*. No caso presente, uma oosfera de natureza *Na* deve ter sido fertilizada por um gâmeto normal de *C. canephora*.

3) Uma planta com 44 cromossômios, com caracteres morfológicos semelhantes aos da variedade *bourbon*. Esta planta e a anterior provieram de duas sementes intimamente justapostas e formadas numa mesma loja do ovário ("falsa poliembrionia") (6) ; se no caso anterior foi obtido sucesso na hibridação, é pouco provável que no caso presente tenha havido contaminação por pólen estranho. As seguintes hipóteses podem ser apresentadas :

I — Supondo que a planta obtida seja híbrida:

a) União de uma oosfera duplamente reduzida ($n=11$) com um gâmeto masculino triplóide ($n=33$) ; esta hipótese é improvável, pois que exige a participação de irregularidades na meiose de ambas as plantas cruzadas. Além disso, dada a dose com que entrariam na formação do embrião os cromossômios *canephora*, o híbrido deveria assemelhar-se mais a esta espécie.

b) União de oosfera triplóide ($n=33$) com um gâmeto masculino normal ($n=11$). Esta hipótese também é pouco provável, pois, embora não exigindo que o pólen seja de constituição anormal, requer a formação de óvulo com 33 cromossômios.

c) União de uma oosfera normal ($n=22$) com um núcleo masculino **não reduzido** ($n=22$). Esta parece ser a hipótese mais provável. A planta deveria então ser intermediária entre as duas espécies ; porém, ela apresenta todos os característicos de *C. arabica*, aproximando-se muito de "bour-

bon"; além disso, floresce e frutifica abundantemente, não demonstrando qualquer esterilidade. Na progênie obtida de suas sementes, nenhuma planta apresenta qualquer característico "canephora".

Assim, parece que não podemos admitir que esta planta seja produto de hibridação. Consideraremos então a possibilidade de ser produto de partenogênese.

II -- Supondo que a planta obtida provenha de um embrião partenogenético :

a) De uma oosfera "não reduzida" com 44 cromossômios. Neste caso a planta seria de constituição *Na na* ("murta"), o que não acontece; esta hipótese deve então ser rejeitada.

b) De uma oosfera normal, com subsequente duplicação dos cromossômios. Essa oosfera seria de constituição *Na* ou *na*; no caso presente só poderia ser *Na*, pois que o embrião resultante da duplicação dos cromossômios de uma oosfera *na* daria origem a uma planta anã (*na na*); sendo a oosfera *Na*, a duplicação produzirá *Na Na* e o indivíduo será "bourbon".

Teríamos assim chegado à conclusão de que se trata de um caso de partenogênese originada pela duplicação dos cromossômios de uma oosfera normalmente reduzida; uma tal planta deveria ser genéticamente pura, e, portanto, de especial interesse para estudos genéticos.

No 5.º caso citado em nosso capítulo anterior, trata-se de uma hibridação realizada entre um indivíduo diplóide ($2n=22$) de *C. canephora* e um tetraplóide ($2n=44$) artificial obtido por tratamento de semente da mesma espécie.

Na primeira vez que se tentou fazer esta hibridação, 5 ramos contendo numerosas flores foram manipulados; 4 ramos nada produziram, enquanto um produziu 20 frutos, todos sem semente.

Na segunda tentativa, 387 flores polinizadas produziram 111 cerejas, quase todas também desprovidas de semente: apenas 4 sementes foram obtidas, das quais uma não germinou.

Verifica-se assim que tal hibridação não é simples. Ao que parece, o pólen da planta tetraplóide quando aplicado sobre estigmas da planta diplóide induz o **desenvolvimento partenocárpico**, tanto que em 131 cerejas, apenas 4 sementes se formaram.

As 3 plantas obtidas eram de tipos diferentes morfológicamente; uma apresentava folhas grossas e largas e era tetraplóide ($2n=44$); as outras duas eram diplóides ($2n=22$), sendo uma delas de folhas de tamanho médio relativamente às típicas da espécie e outra de folhas muito grandes.

O aparecimento de uma planta tetraplóide poderá ser melhor explicado de três maneiras: a) pela fertilização de uma oosfera normal ($n=11$) por um gameto masculino anormal ($n=33$); b) pela fertilização de uma oosfera não reduzida ($n=22$) por um gameto masculino normal ($n=22$); c) pelo desenvolvimento de um embrião a partir de um núcleo masculino não re-

duzido (**androgênese**). Um estudo preliminar da microsporogênese na planta tetraplóide artificial utilizada nesta hibridação mostrou que poucas anormalidades ocorrem, sendo de se esperar a formação de uma pequena percentagem de grãos de pólen não reduzidos.

O aparecimento das plantas diplóides poderá ser melhor explicado de uma das seguintes maneiras: a) pela fertilização de uma oosfera normal ($n=11$) por um gâmeto masculino duplamente reduzido; b) pelo desenvolvimento de um embrião a partir de uma oosfera não reduzida ou de uma oosfera normal com subsequente duplicação dos cromossômios (**partenogênese**), e c) pelo desenvolvimento de um embrião a partir de um núcleo masculino normal (**androgênese**).

V — CONCLUSÕES

A existência de mutações somáticas citológicas, isto é, a duplicação e redução dos cromossômios tem sido constatada várias vezes em *Coffea arabica* L. (4).

Os dados aqui apresentados mostram que também no processo da reprodução sexuada ocorrem em *Coffea arabica* certos fenômenos que conduzem à formação de indivíduos com número diferente de cromossômios do que era de se esperar.

Mostram mais êstes dados que tais fenômenos ocorrem talvez ainda com maior frequência em cruzamentos interespecíficos em que as espécies diferem em número de cromossômios (*C. arabica*, $2n=44$ e *C. canephora*, $2n=22$).

Constata-se, além disso, que, dentro de uma mesma espécie (*C. canephora*), quando se cruzam indivíduos **di** — e **tetraplóides**, também ocorrem os mesmos fenômenos.

Em vários casos chega-se à conclusão lógica de que só um processo de partenogênese poderia explicar a formação de determinados embriões. Não fôsse o nosso conhecimento da constituição genética de várias das plantas usadas no presente estudo e poderíamos chegar à conclusão errônea de que um grande número de outros indivíduos por nós obtidos são de origem partenogenética.

Fica claro, no entanto, que dentro das duas espécies referidas e em seus cruzamentos, ocorrem processos citológicos não usuais, que eventualmente resultam no desenvolvimento de embriões **partenogenéticos ou de fertilização**, porém com número de cromossômios diferente do que era de se esperar.

Em um caso — o cruzamento de duas formas de *C. canephora* (diplóide e tetraplóide), — o pólen da forma tetraplóide, além de determinar o **desenvolvimento partenogenético** dos poucos embriões obtidos, ainda determinou o **desenvolvimento partenocárpico** de grande número de frutos. É possível que, em casos como êsse, os gâmetos masculinos sejam

eliminados já no interior do saco embrionário por qualquer razão, a entrada do tubo polínico determinando um estímulo para o desenvolvimento do embrião partenogenético ou do fruto partenocárpico.

Se bem que tenhamos podido, em várias ocasiões, desprovar a ocorrência de partenogênese pelo conhecimento da constituição genética e citológica das plantas cruzadas, fica claro que no gênero *Coffea*, em cruzamentos interespecíficos e mesmo intraespecíficos, ocorrem a partenogênese, a partenocarpia e casos de fertilização de gâmetos não reduzidos, além de duplicação de cromossômios após uma fertilização normal.

VI — RESUMO

A espécie *C. arabica* L. é tetraplóide ($2n=44$) ; em suas sementeiras, porém ocorrem ocasionalmente plantas di-haplóides ($2n=22$), hexaplóides ($2n=66$) e octoplóides ($2n=88$). A origem das primeiras é atribuída à partenogênese ; as duas últimas devem-se formar pela união de gâmetos não reduzidos ou por processos de duplicação de cromossômios.

A polinização dos tetraplóides pelos hexaplóides produziu sómente plantas tetraplóides, sugerindo um processo partenogenético.

Quando se cruzam as espécies *C. arabica* ($2n=44$) e *C. canephora* ($2n=22$) obtém-se, além dos híbridos triplóides, indivíduos com o mesmo número de cromossômios que a planta mãe ; em vários casos essa ocorrência é atribuída à partenogênese.

Dentro da espécie *C. canephora* verificou-se a ocorrência de partenocarpia e de partenogênese, quando se polinizou um indivíduo diplóide ($2n=22$) com pólen de um tetraplóide ($2n=44$).

Assim, tanto em cruzamentos interespecíficos como intraespecíficos de *Coffea*, a diferença de número de cromossômios das plantas cruzadas determina, às vezes, a partenocarpia e a partenogênese, observando-se ainda outros fenômenos como a união de gâmetos não reduzidos e a duplicação dos cromossômios de oosferas normalmente constituídas.

SUMMARY

The species *C. arabica* L. is tetraploid ($2n=44$) ; among its progeny plants are found which are di-haploid ($2n=22$), hexaploid ($2n=66$) and octoploid ($2n=88$). The origin of the first ones is attributed to parthenogenesis ; the last two must be formed by the union of unreduced gametes or through processes of chromosome doubling.

A parthenogenetic process is also attributed to the formation of tetraploids when the tetraploid plants are pollinated by the hexaploids.

The cross *C. arabica* ($2n=44$) x *C. canephora* ($2n=22$) gives besides the expected triploids, individuals with the same number of chromosomes as the seed parent ; in various instances this occurrence is attributed to parthenogenesis.

Parthenocarpic fruits and parthenogenetic embryos have been formed in a cross of diploid and tetraploid individuals of *C. canephora*.

These observations show that in both interspecific and intraspecific crosses of *Coffea*, a difference in number of chromosomes determines sometimes parthenogenesis, parthenocarpy and other phenomena such as the union of unreduced gametes and the doubling of the chromosomes of normal egg cells.

LITERATURA CITADA

1. Chiarugi, A. La partenogenesi nelle piante superiori e la sua importanza per le indagini sulla loro constituzione genetica. Boll. Soc. Ital. Biol. Sper., 9: 1182-1207. 1934. Cit. em The Experimental Production of Haploids and Polyploids. Imperial Bureau of Plant Genetics. 28 pgs. 1936.
2. Gustafsson, Ake. Studies on the mechanism of parthenogenesis. Hereditas XXI (1): 1-118. 1935.
3. Krug, C. A. Variações somáticas em *Coffea arabica* L. Rev. de Agr. 12 (3-4): 101-109. 1937.
4. Krug, C. A. Cytological Observations in Coffea. — III. Jour. Genet. 34: 399-414. 1937.
5. Mendes, A. J. T. e Oswaldo Bacchi. Observações citológicas em *Coffea*. V. - Una variedade haplóide ("di-haplóide") de *C. arabica* L. Jornal de Agromonia 3 (3): 183-206. 1940.
6. Mendes, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea*. VIII — Poliembrionia. Braganzia 4 (12): 693-708. 1944.
7. Stebbins Jr., G. L. Apomixis in the Angiosperms. — The Bot. Rev. 7 (10): 507-542. 1941.

MÉTODOS POTENCIOMÉTRICOS E MICROCÉLULAS DE CONCENTRAÇÃO

Paiva Neto

O micro-aparelho que o autor procura descrever aqui, destina-se à dosagem potenciométrica de pequenas quantidades (frações de μg) de iônios Cl' , Br' e I' , em uma solução aquosa.

Naturalmente, o método determina a concentração de iônios ativos, entretanto, como se destina, em geral, a concentrações bastante diluídas, podemos considerar como dosando a concentração total dos iônios referidos acima.

São usados pares de eletrodos de halogenetos de prata (*) Ag/AgHa .

O tipo de eletrodo, como mostra a figura 1, é em forma de solenóide de cerca de 2 mm de θ , com mais ou menos 4 a 5 espiras e feito com fio de prata de mais ou menos 0,3 mm de θ , recoberto com uma camada de AgHa .

Cada eletrodo segura por capilaridade uma gôta de solução, ou mesmo uma micro-gôta. Usando dois eletrodos iguais, em um é colocada uma gôta da solução padrão e no outro uma gôta de solução problema. As duas gotas ou micro-gotas são ligadas por meio de uma ponte formada com um capilar de cerca de 0,1 mm de θ interno, e cheio com uma solução de KNO_3 N/1000 e isento de halogênios, sulfetos, tiocianetos e ferrocianetos. Considerando uma micro-gôta igual a 1/3 de gôta ou seja 1/60 de cm^3 , podemos facilmente dosar 0,01 μg de Cl' .

A diferença de potencial que se origina entre essas duas semi-células de concentração é regida pela fórmula de Nernst, ou seja

$$E = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln \frac{C_2}{C_1}$$

C_2 = concentração conhecida

C_1 = concentração problema

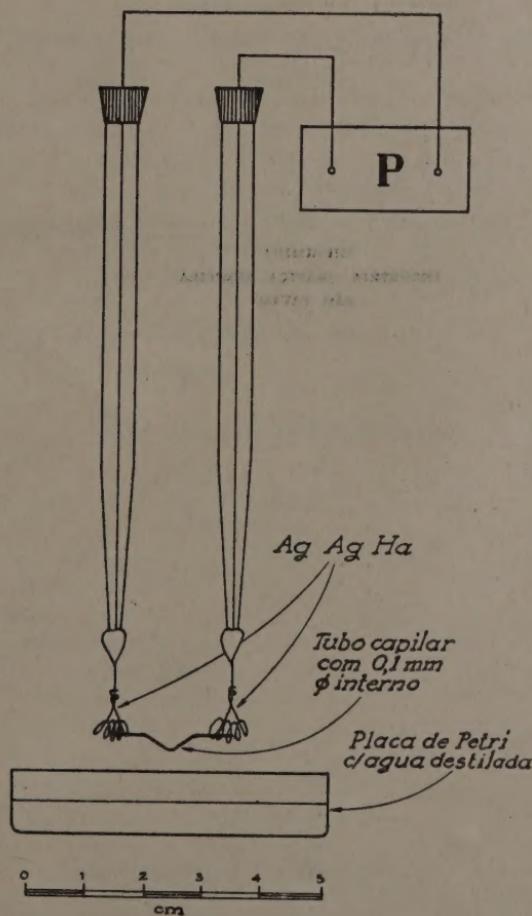
(*) Ha = Halogeneto — Cl; Br; ou I.

Resumindo e passando a fórmula para log de Briggs, temos

$$\frac{E}{0,059} = \log \frac{C_2}{C_1},$$

onde facilmente podemos tirar o valor de C_1 , ou seja concentração mol/litro de $\text{H}a'$ da solução problema.

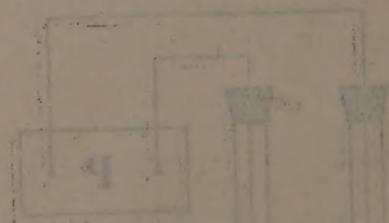
*Instituto Agronômico
Secção de Agrogeologia*



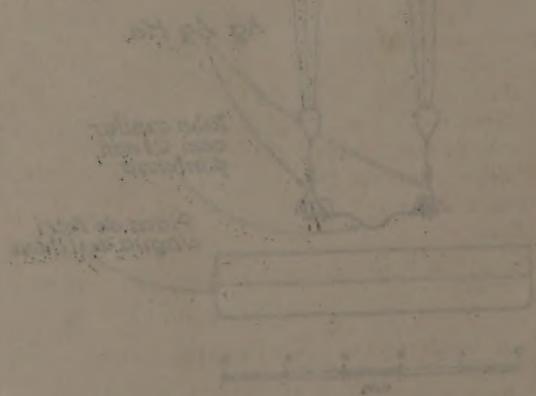
F. Domingos
12 - 10 - 1946

Fig. 1

GRUPO DE ESTUDOS
SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO



IMPRIMIU:
INDÚSTRIA GRÁFICA SIQUEIRA
SÃO PAULO



SECÇÕES TÉCNICAS

Secção de Agrogeologia: — J. E. Paiva Neto, Mário Seixas de Queiroz, Marger Gutmans, José Setzer, Alcir César Nascimento, Alfredo Kuepper, Renato Amilcare Catani.

Secção de Botânica: — A. P. Viégas, Coaraci M. Franco, Alcides Ribeiro Teixeira, Luiza Cardoso.

Secção de Café: — J. E. Teixeira Mendes, João Aloisi Sobrinho, Romeu Inforzato.

Secção de Cereais e Leguminosas: — Gláuco Pinto Viégas, Neme Abdo Neme, H. Silva Miranda, Emílio Bruno Germeck, Milton Alcover.

Secção de Fumo, Plantas Inseticidas e Medicinais: — Abelardo Rodrigues Lima, S. Ribeiro dos Santos, Ademar Jacob.

Secção de Cana de Açúcar: — José Vizioli (Chefe efetivo), Sebastião de Campos Sampaio (Chefe substituto).

Secção de Oleaginosas: — Pedro T. Mendes, Otacílio Ferreira de Sousa.

Secção de Química Mineral: — João B. C. Neri Sobrinho, Afonso de Sousa Gomide.

Secção de Raízes e Tubérculos: — Jorge Bierrenbach de Castro, Olavo J. Boock, Edgard S. Normanha, A. P. Camargo, Arakem S. Pereira.

Secção de Tecnologia Agrícola: — Augusto Frota de Sousa, Francisco Alves Correia, José Pio Neri, Ari de Arruda Veiga.

Secção de Técnica Experimental e Cálculos: — Constantino Fraga Júnior, Armando Conagin.

Secção de Fisiologia e Alimentação das Plantas.

Secção de Tecnologia de Fibras.

ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS

Boracéia: — Paulo Cuba.
Central de Campinas: — Miguel Anderson.
Ubatuba: — Rafael Munhoz.

Jundiaí: — E. Palma Guião.

Limeira: — A. J. Rodrigues Filho.

Pindorama: — Rubens A. Bueno.

Piracicaba: — Homero C. Arruda.

Ribeirão Preto: — O. Augusto Mamprim.

São Roque: — J. Seabra Inglês de Sousa.

Sorocaba: — José Moreira Sales.

Tatuí: — Walter Lazzarini.

Tietê: — Vicente Gonçalves de Oliveira.

Tupi: — Árgemiro Frota.

SUB-ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS

Capão Bonito: — Wilson Correia Ribas.

Mococa: — Lineu C. de Sousa Dias.

Jau: — Hélio de Moraes.

Santa Rita: — Manoel Saraiva Júnior.

Monte Alegre: — Antonio Gentil Gomes.

Pindamonhangaba: — Roberto Alves Rodrigues.

S. Bento do Sapucaí.

IMPRIMIU:
INDÚSTRIA GRÁFICA SICURIRÁ
SÃO PAULO